

1cm単位で表示する 自動車用バックセンサの製作・指導

ポリテクカレッジ新潟 電子技術科 加藤 ただし
(新潟職業能力開発短期大学校)

1. はじめに

当校電子技術科の場合、ポリテックビジョンに出品する総合制作実習作品を選定するに当たっては、従来から実用的な商品の試作品であることを第一条件にしてきた。平成13年度に筆者が指導した総合制作実習の学生は14名、学生1人が1テーマを担当する方式であるため、14作品が同時に進行したことになる。作品の大半は、Z80という歴史のあるマイコンを使用した応用作品だが、このなかから選定したのが「自動車用バックセンサ」である。

現在普及しているバックセンサは「バックソナー」と呼ばれる超音波式である。車庫入れのときなど、車体周辺の障害物との距離をブザー音で知らせる装置だが、段階的なブザー音の変化だけでは、厳密な距離を知ることができない。多くの運転者は、同様の不満を抱いているのではないだろうか。

そこで、市販されている赤外線式測距センサを用いて、1cm単位の分解能で障害物との距離を正確に表示する装置の試作に取り組むことにした。ブザー音も併用すれば、より高い安心感を運転者に与えることだろう。

このテーマの特徴は、普及品の改良という意味で実用性が高いだけでなく、専門課程カリキュラムの教育内容との整合がよく取れていることである。マイコンシステムとしてとらえると、きわめて単純であるが、商品開発のトレーニングテーマとしてはバランスがとれていると考えている。

なお本作品は、当短大の発表作品としても選ばれている。以下、履修科目との関連を交えながら、本作品の内容を紹介する。

2. 履修科目と作品との関連

専門課程におけるマイコンの教育は、1年後期から2年後期にいたる1年半にも及ぶ。

マイコンの重要性については言うまでもないが、あらゆる電子機器の制御にマイコンが使われていることを考えると、常にマイコンを意識する習慣を身に付けてもらわなくてはならない。

そのため、表1に示すようにマイコン関連の科目と周辺デバイスやセンサを扱う科目を並行させることによって、マイコンの2面性(“コンピュータ”と“電子デバイス”)が学べるよう指導している。

特に2年前期では、「コンピュータ工学実習Ⅰ」で行うマイコン用マザーボードの製作やプログラム開発以外に、「電子機器製作実習」の4単位を利用して、インターフェース付きのセンサ回路・アクチュエータ駆動回路を設計・製作し、マイコンボードと直結

表1 専門課程におけるマイコン関連科目

1年次	前期	コンピュータ工学Ⅰ(2単位) 電子デバイス(2単位)
2年次	前期	コンピュータ工学Ⅱ(2単位) コンピュータ工学実習Ⅰ(4単位) 電子機器製作実習(4単位) センサ工学(2単位)
	後期	コンピュータ工学実習Ⅱ(4単位) 総合制作実習(12単位)

できるようにしている。

3. 設計仕様とシステム構成

先にも述べたが、本作品のハードウェア構成は非常に単純である（図1参照）。信号系だけを見ると、

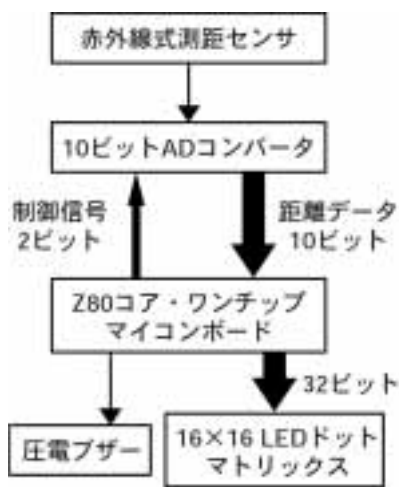
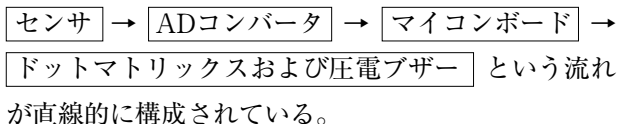


図1 ハードウェア構成

それぞれの要素は総合制作実習以外の科目のなかで必ず学習している内容であるため、学生はシステムとしてどのようなタイミングで個々の要素を制御すればよいのかという課題に集中することができる。

もしも、扱ったことのない特殊なデバイスや極端に高度な回路技術をそれらの要素として採用したならば、それらを理解し動作させるまでの時間に多くを割かれ、作品の完成度を高めることが困難になっていたことだろう。

以下、本作品のマイコンシステムを構成する個々の要素について述べよう。

3.1 センサとADコンバータ

シャープ製 GP2D12 は、低価格でありながらアンプ回路を内蔵した扱いやすい赤外線式測距センサである。これは三角測量の原理を用いたセンサモジュ

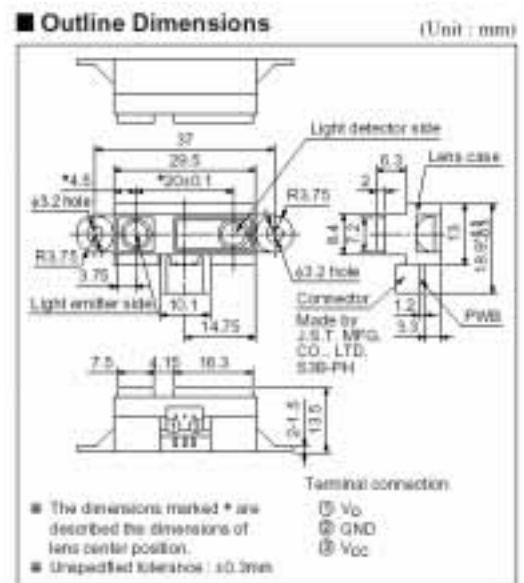


図2 赤外線式測距センサの外観

ールで、後述するように、距離－出力電圧特性の再現性も非常に高い。

図2,3に、それぞれ GP2D12 の外観、学生が実測した距離－出力電圧特性を示す。

まず、外観図からわかるように電子回路の初心者でも扱える3端子のセンサである。「センサ工学」という科目で直接これを用いることはなく、赤外線LED、赤外線フォトダイオード、超音波センサ（送波器・受波器）などを個々に学んだあと、「電子機器製作実習」でOPアンプ回路を用いた増幅・波形整形回路の製作を行っている。

つまり、センサを扱う手間や苦労を経験したあとで、あえて使いやすい増幅器内蔵型のセンサを採用したわけだ。これによって、担当した学生は自主的に、丁寧かつ繰り返し納得するまで計測を続ける習慣を身に付けた。

図3は10～80cmの間を5往復させて細かく計測した値を平均した結果だが、同一距離における5回の電圧測定バラツキは±0.05Vであった。目的は「1cm単位で表示すること」だが、実際に車庫入れ等で障害物に注意を払うのは30cm前後に接近してからである。10～30cmの区間を直線として概算すると、1cmあたり約0.3Vである。実用化を前提としても、バ

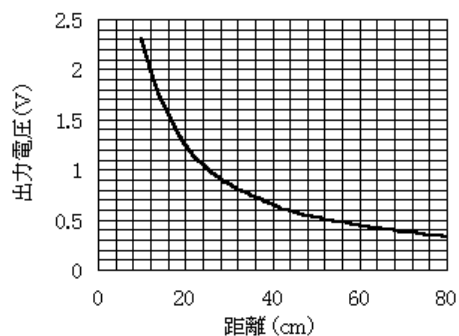


図3 GP2D12の実測結果

ラツキの大きさは十分に許容できると考えた。

次に、GP2D12の出力電圧は、10ビットADコンバータ（ナショナルセミコンダクタ製ADC1061）によって、デジタル値に変換される。10ビットにした理由は、分解能とコストとのバランス、そして学生の知識より少し取り扱いの難しいデバイスを選びたかったからである。例えば「コンピュータ工学実習Ⅰ」では、フル8ビット構成のマイコンボードを扱っているため、10ビットのデータを扱うには2つのパラレルポートを使わなくてはならない。後述するソフトウェアでの工夫が必要となる。

3.2 マイクロコントローラ

10ビットの電圧値を「cm」の単位に変換する演算や距離の表示データ生成には、Z80をコアとするマイクロコントローラ（東芝TMPZ84C015-10）を用いた。

「今どきZ80なのか？」という意見は確かに多い。しかし、現在パソコン用に搭載されているCPUのアーキテクチャなどを考慮すると、職業能力開発短期大学の卒業生が必ずしも産業用マイクロコントローラにだけかかわるとは限らない。

歴史的にも、マイクロプロセッサの延長線上でマイクロコントローラが誕生し、現在は両分野が異なる用途で発展を遂げている。何よりもZ80を超えるロングセラーは存在しない。この分野で将来活躍する学生にとって、最適の学習素材であると考えている。

3.3 表示装置

図4は、出品した作品の可動部を示すものである。展示物の詳細は後述するが、可動部のウレタンバンパーを2本のレールに載せて、デモンストレーションできるようにになっているのだ。表示装置というのは、図の上方になる四角い部分である。



図4 作品の外観（可動部）

図中の黒っぽい四角は、LEDの表示を見やすくするための光学フィルタで、その奥に16×16（256個）に配置されたLEDドットマトリクスが実装されている。電源を入れると、反射板との距離に応じて10から80cmまでの距離が、例えば「25cm」と表示される。

なお、80cmを超えた場合、センサの動作範囲を超えるため、すべてのLEDを消灯させている。一方、10cm未満についても動作範囲外であるが、この段階で精密に測距したとしても、通常の駐車であれば停止していることが多いと考えられるため、「10cm」を表示し続けるようにプログラムした。

このほかの機能として、20cm未満に限り圧電ブザーによる警告音を併用している。

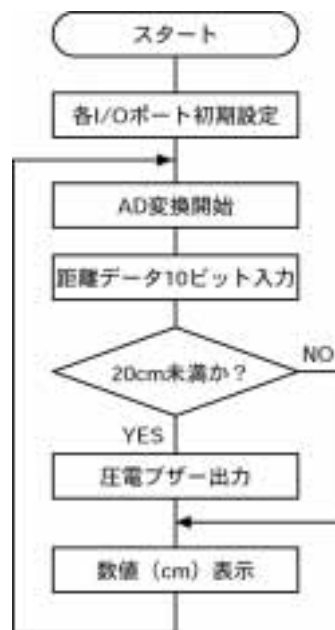


図5 ブロックフローチャート

3.4 ソフトウェアのアルゴリズム

図5は、アセンブリ語プログラムのブロックフローチャートである。ハードウェアと同様に単純な永久ループを構成している。唯一20cm未満のときだけ、圧電ブザーの発音ルーチンを余計に通過させている。

4. 製作物の特徴と性能評価

展示用に製作するに当たっては、実際に乗用車に装着されていたウレタンバンパーを入手し、部品として組み込んでいる(図4参照)。図6に示すアクリル壁との距離を容易に変更できるよう、キャスター



図6 展示用アクリル壁

付きのアクリル製車台を用いた。アクリル壁の床の部分もアクリル製で、その上に2本の鉄製レール(断面はコの字形)を固定した。

この作品の場合、性能の評価は実際の距離と表示値の誤差に尽きるわけだが、結論だけ述べると、常温で40cm未満ならばおおむね $\pm 1\text{cm}$ の範囲で表示しており、十分に実用的であると判断している。

5. おわりに

この作品の製品としての大きな問題点は以下の2点で、引き続き改良が必要となる。

① 製作した展示用アクリル壁は表面に凹凸がない。ブロック塀や金属フェンス、樹木、さらに雨や雪の粒などさまざまな材質で評価を行う必要がある。

② センサが検出する反射面の面積が非常に小さい。80cm離れてもわずか $4 \times 2\text{cm}$ の四角い範囲であるため、フェンスの隙間を赤外線が通過してしまう。複数のセンサを装着するなどの工夫が必要だ。

以上述べてきたように、マイコンシステムとしては稚拙であるが、以下にあげる筆者の基本方針をいづれも満たしている。

- ① 学生1人が1テーマを担当し、各自が設計から製品評価までの責任を抱え込む。
- ② 実用性の高いテーマを設定する。
- ③ 総合制作実習以外で学ぶ内容を直接応用する。
- ④ 要素技術のレベルを無理に上げない。
- ⑤ 期限までに必ず完成させる。
- ⑥ コストを意識するとともに生産性も考慮する。
- ⑦ 問題点を洗い出し、それを正直に公開する。

なお本作品を、後日、自動車関連企業に紹介する予定である。今後も学生のアイデアを尊重しつつ実用的な作品の企画・指導を行っていきたい。

<参考文献>

1. 横山直隆：『ロボット製作を目的としたZ80マイコン短期マスタ』, シータスク, 1996.